

PAT-NO: JP405267643A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05267643 A

TITLE: SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURE

PUBN-DATE: October 15, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
MURAOKA, TORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITSU LTD	N/A

APPL-NO: JP04064194

APPL-DATE: March 19, 1992

INT-CL (IPC): H01L029/46, H01L021/3205

US-CL-CURRENT: 257/767

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the electromigration resistance of the A of a wiring layer by growing the A so that its grain size can become larger.

CONSTITUTION: An insulating film 4 composed of an silicon oxide film is formed on a silicon substrate 2 and a contact hole is formed by opening the insulating film 4 on an impurity diffusion layer 6 formed on the surface of the substrate 2. A barrier metal layer 8 of an oxide conductor, for instance, ZnO is formed on the layer 4, on the internal wall of the contact hole formed through the film 4, and on the layer 6 exposed at the bottom of the contact hole. Then a wiring layer 10 composed mainly of A is formed on the layer 8.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-267643

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51)Int.Cl. H 01 L 29/46 21/3205 29/46	識別記号 Z 7738-4M	序内整理番号 F I	技術表示箇所 N
	L 7738-4M 7735-4M	H 01 L 21/ 88	

審査請求 未請求 請求項の数 5(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-64194	(71)出願人 000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(22)出願日 平成4年(1992)3月19日	(72)発明者 村岡 徹 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

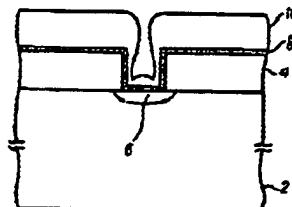
(54)【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】本発明は、シリコン基板及び絶縁膜上にA1を主として含有する配線層を形成した半導体装置及びその製造方法に関し、配線層のA1のグレインサイズを大きく成長させて、A1のエレクトロマイグレーション耐性を向上させた半導体装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【構成】シリコン基板2上にシリコン酸化膜の絶縁膜4が形成されている。シリコン基板2に形成された不純物拡散層6上の絶縁膜4を開口してコンタクトホールが形成されている。絶縁膜4上及び絶縁膜4のコンタクトホール内壁、及びコンタクトホール底部に露出した不純物拡散層6上に、酸化物導電体の例えばZnOのバリアメタル層8が形成されている。バリアメタル層8上にA1を主として含有する配線層10が形成されているように構成する。

本発明の第1の実施例による半導体装置を示す図



2...半導体基板
4...絶縁膜
6...不純物拡散層
8...バリアメタル層
10...配線層

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン基板と、前記シリコン基板上に形成されコンタクトホールが開口された絶縁膜と、前記コンタクトホール内の前記S1基板表面に形成されたバリアメタル層と、前記バリアメタル層上から前記絶縁膜上に延在するように形成されたA1を主として含有する配線層とを有する半導体装置において、

前記バリアメタル層の材質は酸化物導電体であることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置において、前記酸化物導電体はZnOであることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の半導体装置において、前記絶縁膜と前記配線層との間に高融点金属を含むマイグレーション補強層が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 請求項3記載の半導体装置において、前記マイグレーション補強層を前記コンタクトホールの内壁及び底部には形成しないようにしたことを特徴とする半導体装置。

【請求項5】 シリコン基板上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜を開口してコンタクトホールを形成し、前記絶縁膜上及び前記コンタクトホール内にバリアメタル層を形成し、前記バリアメタル層上にスパッタ法によりA1を主として含有する配線層を形成する半導体装置の製造方法において、前記バリアメタル層の材質に酸化物導電体を用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、シリコン基板及び絶縁膜上にA1を主として含有する配線層を形成した半導体装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体装置の微細化に伴い、メモリ、ロジックを問わず、半導体装置に形成されるA1を主として含有する配線層のバルクコンタクト時の膜質の改善、及びエレクトロマイグレーション耐性の改善が要求されている。従来より、シリコンと良好にオーミック接合するA1(アルミニウム)が半導体装置の配線材料として用いられている。しかし、A1とシリコンの界面では、シリコンがA1側に拡散する現象が生じる。このときのシリコン層が不均一であるとA1スパイクが生じ、スパイクが不純物拡散層を突き抜けると接合が短絡される場合もある。そこで、A1の突き抜けと、シリコンのA1への析出を防止するために、A1層とシリコン層との間にA1やシリコンの移動を阻止するバリアメタル層を挟む構造が採用された。

【0003】 従来の半導体装置の製造方法を図2を用い

2

て説明する。シリコン基板2上にシリコン酸化膜の絶縁膜4を形成し、絶縁膜4を開口してコンタクトホールを形成する。絶縁膜4上と、絶縁膜4のコンタクトホール内壁及び底部に露出した不純物拡散層6に窒化物であるTiNのバリアメタル層8を形成する。バリアメタル層8上にスパッタ法によりA1を主として含有する配線層10を形成する。バリアメタル層8により配線層10と絶縁膜4とが接触することがないので、A1とシリコンとが反応することがない。

10 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の半導体装置の製造方法に示すように、バリアメタル層8の材質としてTiNがよく用いられる。しかし、TiN膜のバリアメタル層8は、膜中に窒素を含んでいるが、この窒素が存在するとバリアメタル層8と接触するA1を主として含有する配線層のA1のグレインサイズ(結晶粒の大きさ)を大きく成長させることができない。

【0005】 ところで、A1を主として含有する配線層の配線抵抗の増大、及び断線などA1を主として含有する配線層の信頼性に関係する要因として、エレクトロマイグレーション耐性の問題があるが、このエレクトロマイグレーション耐性は、温度勾配、電流密度、配線幅等と共に、A1のグレインサイズの大きさに依存することが知られている。

【0006】 従って、上述のようにバリアメタル層8にTiN膜を用いと、A1のグレインサイズが小さくなってしまい、A1を主として含有する配線層のエレクトロマイグレーション耐性が劣化してしまうという問題がある。本発明の目的は、配線層のA1のグレインサイズを大きく成長させて、A1のエレクトロマイグレーション耐性を向上させた半導体装置及びその製造方法を提供することにある。

30 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的は、シリコン基板と、前記シリコン基板上に形成されコンタクトホールが開口された絶縁膜と、前記コンタクトホール内の前記S1基板表面に形成されたバリアメタル層と、前記バリアメタル層上から前記絶縁膜上に延在するように形成されたA1を主として含有する配線層とを有する半導体装置において、前記バリアメタル層の材質は酸化物導電体であることを特徴とする半導体装置によって達成される。

【0008】 また、上記目的は、シリコン基板上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜を開口してコンタクトホールを形成し、前記絶縁膜上及び前記コンタクトホール内にバリアメタル層を形成し、前記バリアメタル層上にスパッタ法によりA1を主として含有する配線層を形成する半導体装置の製造方法において、前記バリアメタル層の材質に酸化物導電体を用いることを特徴とする半導体装置の製造方法によって達成される。

50

【0009】

【作用】本発明によれば、バリアメタル層に酸化物導電体を用いるので、配線層のA1のグレインサイズを大きく成長させることができ、A1のエレクトロマイグレーション耐性を向上させることができる。

【0010】

【実施例】本発明の第1の実施例による半導体装置を図1を用いて説明する。シリコン基板2上にシリコン酸化膜の絶縁膜4が形成されている。シリコン基板2に形成された不純物拡散層6上の絶縁膜4を開口してコンタクトホールが形成されている。絶縁膜4上及び絶縁膜4のコンタクトホール内壁、及びコンタクトホール底部に露出した不純物拡散層6上に、酸化物導電体の例えばZnOのバリアメタル層8が形成されている。バリアメタル層8上にA1を主として含有する配線層10が形成されている。

【0011】本実施例による半導体装置は、配線層10の下層のバリアメタル層8が例えばZnOで形成され、材質中に窒素を含まないので、バルクコンタクト時にA1のグレインサイズを大きく成長させることができた配線層10が形成されている。従って、本実施例によれば、A1配線層のエレクトロマイグレーション耐性を向上させた半導体装置を実現することができる。

【0012】次に、本発明の第1の実施例による半導体装置の製造方法について説明する。まず、シリコン基板2上にシリコン酸化膜の絶縁膜4を形成し、絶縁膜4を開口してコンタクトホールを形成する。絶縁膜4上及び絶縁膜4のコンタクトホール内壁、及びコンタクトホール底部に露出した不純物拡散層6上に、酸化物導電体の例えばZnOのバリアメタル層8を形成する。次に、バリアメタル層8上にスパッタ法を用いてA1を主として含有する配線層10を形成する。

【0013】このように、本実施例による半導体装置の製造方法によれば、バリアメタル層に窒素が含まれないため、バリアメタル層上に形成するA1を主として含有する配線層が窒素による影響を受けず、グレインサイズが大きく成長したA1を主として含有する配線層を得ることができる。従って、エレクトロマイグレーション耐性に優れ、信頼性の向上した配線層を形成することができる。

【0014】本発明の第2の実施例による半導体装置を図2を用いて説明する。シリコン基板2上にシリコン酸化膜の絶縁膜4が形成されている。シリコン基板2に形成された不純物拡散層6上の絶縁膜4を開口してコンタクトホールが形成されている。絶縁膜4上及び絶縁膜4のコンタクトホール内壁、及びコンタクトホール底部に露出した不純物拡散層6上に、酸化物導電体の例えばZnOのバリアメタル層8が形成されている。コンタクトホール以外のバリアメタル層8上に高融点金属ナイトライド層12が形成されている。高融点金属ナイトライ

層12上及びコンタクトホール内のバリアメタル層8上にA1を主として含有する配線層10が形成されている。

【0015】本実施例による半導体装置は、A1を主として含有する配線層10の下層に高融点金属ナイトライド12を形成することにより、その下層のバリアメタル層8のZnOだけでは完全でない、ストレスマイグレーションやエレクトロマイグレーションの耐性を向上させたものである。ただし、コンタクトホール内は、高抵抗化させないように配線層10下部にはZnOのバリアメタル層8のみが存在するようにしている。

【0016】次に、本発明の第2の実施例による半導体装置の製造方法について説明する。まず、シリコン基板2上にシリコン酸化膜の絶縁膜4を形成し、絶縁膜4を開口してコンタクトホールを形成する。絶縁膜4上及び絶縁膜4のコンタクトホール内壁、及びコンタクトホール底部に露出した不純物拡散層6上に、酸化物導電体の例えばZnOのバリアメタル層8を形成する。

【0017】次に、コンタクトホールを埋め込むようにして全面にレジストを塗布し、レジストをアッショングして、コンタクトホール内にのみレジストが残るようにする。このレジストをマスクとして全面に高融点金属ナイトライド層を形成する。次に、コンタクトホール内のレジストを除去して、コンタクトホール上の高融点金属ナイトライド層をリフトオフする。こうして、コンタクトホール以外のバリアメタル層8上に高融点金属ナイトライド層12を形成する。

【0018】次に、高融点金属ナイトライド層12上及びコンタクトホール内のバリアメタル層8上にスパッタ法を用いてA1を主として含有する配線層10を形成する。このように、本実施例による半導体装置の製造方法によれば、第1の実施例と同様にバリアメタル層8に窒素が含まれないため、バリアメタル層8上に形成するA1を主として含有する配線層10が窒素による影響を受けず、グレインサイズが大きく成長した配線層10を得ることができる。さらに、A1を主として含有する配線層10の下層に高融点金属ナイトライド12を形成することにより、その下層のバリアメタル層8のZnOだけでは完全でない、ストレスマイグレーションやエレクトロマイグレーションの耐性をより向上させることができる。

【0019】本発明は、上記実施例に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施例においては、バリアメタル層の酸化物導電体には、導電性や形成の容易性等からZnOを選んで用いたが、他の材料、例えば、導電性セラミックスであるSnO₂、或いはZnO-Bi₂O₃等を用いてもよい。また、上記実施例においては、絶縁膜4としてSi酸化膜を用いたが、SiN等他の絶縁膜を用いてもよい。

【0020】またさらに、上記実施例においては、マイ

グレーション耐性を向上させるために高融点金属ナイトライド層12を形成したが、この層の材質は他のもの、例えば高融点金属、チタンタングステン、又は高融点金属シリサイド等でもよい。

【0021】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、バリアメタル層に酸化物導電体を用いるので、配線層のA1のグレンサイズを成長し易くして、A1のエレクトロマイグレーション耐性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による半導体装置を示す

図である。

【図2】本発明の第2の実施例による半導体装置を示す図である。

【図3】従来の半導体装置の製造方法を示す図である。

【符号の説明】

2…半導体基板

4…絶縁膜

6…不純物拡散層

8…バリアメタル層

10…配線層

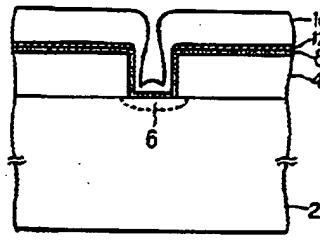
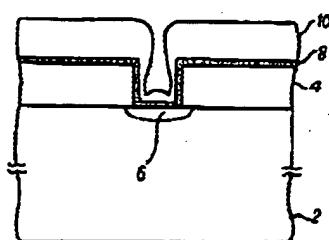
12…高融点金属ナイトライド層

【図1】

本発明の第1の実施例による半導体装置を示す図

【図2】

本発明の第2の実施例による半導体装置を示す図

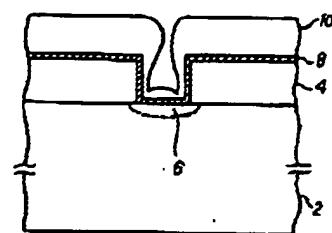


2…半導体基板
4…絶縁膜
6…不純物拡散層
8…バリアメタル層
10…配線層

12…高融点金属ナイトライド層

【図3】

セミクワッド体部の製造方法を示す図



JP 405267643 A

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the semiconductor device in which the wiring layer which mainly contains aluminum was formed on the silicon substrate and the insulator layer, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, with detailed-izing of a semiconductor device, memory and logic are not asked but the improvement of the membranous quality at the time of bulk contact of the wiring layer which mainly contains aluminum formed in a semiconductor device, and the improvement of electromigration resistance are demanded. Conventionally, aluminum (aluminum) which carries out ohmic junction is used for silicon and fitness as a wiring material of a semiconductor device. However, in the interface of aluminum and silicon, the phenomenon which silicon diffuses in the aluminum side arises. If aluminum spike arises that the silicon layer at this time is uneven and a spike runs through an impurity diffused layer, junction may connect too hastily. Then, in order to prevent the deposit to aluminum of silicon as aluminum should thrust, the structure whose barrier metal layer which prevents migration of aluminum and silicon is pinched between aluminum layer and a silicon layer was adopted.

[0003] The manufacture approach of the conventional semiconductor device is explained using drawing 2. The insulator layer 4 of silicon oxide is formed on a silicon substrate 2, opening of the insulator layer 4 is carried out, and a contact hole is formed. The barrier metal layer 8 of TiN which is a nitride is formed in the impurity diffused layer 6 exposed to the contact hole wall and pars basilaris ossis occipitalis of an insulator layer 4 the insulator layer 4 top. The wiring layer 10 which mainly contains aluminum by the spatter is formed on the barrier metal layer 8. Since a wiring layer 10 and an insulator layer 4 do not contact by the barrier metal layer 8, aluminum and silicon do not react.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As shown in the manufacture approach of the above-mentioned conventional semiconductor device, TiN is well used as the quality of the material of the barrier metal layer 8. However, although the barrier metal layer 8 of the TiN film contains nitrogen in the film, if this nitrogen exists, it cannot grow up greatly grain size (magnitude of crystal grain) of aluminum of the wiring layer which mainly contains aluminum in contact with the barrier metal layer 8.

[0005] By the way, as a factor related to the dependability of the wiring layer which mainly contains aluminum, such as increase of wiring resistance of the wiring layer which mainly contains aluminum, and an open circuit, although there is a problem of electromigration resistance, depending for this electromigration resistance on the magnitude of the grain size of aluminum with a temperature gradient, current density, wiring width of face, etc. is known.

[0006] Therefore, **** and the grain size of aluminum become small about the TiN film as mentioned above at the barrier metal layer 8, and there is a problem that the electromigration resistance of the wiring layer which mainly contains aluminum will deteriorate. The purpose of this invention grows up the grain size of aluminum of a wiring layer greatly, and is to offer the semiconductor device which raised the electromigration resistance of aluminum, and its manufacture approach.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In the semiconductor device which has the wiring layer which mainly contains aluminum formed so that it might extend on said insulator layer from on the insulator layer to which the above-mentioned purpose was formed on the silicon substrate and said silicon substrate, and opening of the contact hole was carried out, the barrier metal layer formed in said Si substrate front face in said contact hole, and said barrier metal layer, the quality of the material of said barrier metal layer is attained by the semiconductor device characterized by being an oxide conductor.

[0008] Moreover, the above-mentioned purpose is attained by the manufacture approach of the semiconductor device which forms an insulator layer on a silicon substrate, carries out opening of said insulator layer, and is characterized by to use an oxide conductor for the quality of the material of said barrier metal layer in the manufacture approach of the semiconductor device which forms a contact hole, forms a barrier metal layer on said insulator layer and in said contact hole, and forms the wiring layer which mainly contains aluminum by the spatter on said barrier metal layer.

[0009]

[Function] According to this invention, since an oxide conductor is used for a barrier metal layer, the grain size of aluminum of a wiring layer can be grown up greatly, and the electromigration resistance of aluminum can be raised.

[0010]

[Example] The semiconductor device by the 1st example of this invention is explained using drawing 1. The insulator layer 4 of silicon oxide is formed on the silicon substrate 2. Opening of the insulator layer 4 on the impurity diffused layer 6 formed in the silicon substrate 2 is carried out, and the contact hole is formed. The oxide conductor 8, for example, the barrier metal layer of ZnO, is formed on the impurity diffused layer 6 exposed to the insulator layer 4 top, and the contact hole wall of an insulator layer 4 and a contact hole pars basilaris ossis occipitalis. The wiring layer 10 which mainly contains aluminum is formed on the barrier metal layer 8.

[0011] Since it is formed by ZnO and nitrogen is not included in the quality of the material, as for the semiconductor device by this example, the wiring layer 10 into which the grain size of aluminum was able to be greatly grown up at the time of bulk contact is formed for the lower layer barrier metal layer 8 of a wiring layer 10. Therefore, according to this example, the semiconductor device which raised the electromigration resistance of aluminum wiring layer is realizable.

[0012] Next, the manufacture approach of the semiconductor device by the 1st example of this invention is explained. First, the insulator layer 4 of silicon oxide is formed on a silicon substrate 2, opening of the insulator layer 4 is carried out, and a contact hole is formed. The oxide conductor 8, for example, the barrier metal layer of ZnO, is formed on the impurity diffused layer 6 exposed to the insulator layer 4 top, and the contact hole wall of an insulator layer 4 and a contact hole pars basilaris ossis occipitalis. Next, the wiring layer 10 which uses a spatter on the barrier metal layer 8, and mainly contains aluminum is formed.

[0013] Thus, according to the manufacture approach of the semiconductor device by this example, since nitrogen is not contained in a barrier metal layer, the wiring layer which mainly contains aluminum formed on a barrier metal layer cannot be influenced by nitrogen, but the wiring layer in which grain size mainly contains aluminum which grew greatly can be obtained. Therefore, it excels in electromigration resistance and the wiring layer whose dependability improved can be formed.

[0014] The semiconductor device by the 2nd example of this invention is explained using drawing 2. The insulator layer 4 of silicon oxide is formed on the silicon substrate 2. Opening of the insulator layer 4 on the impurity diffused layer 6 formed in the silicon substrate 2 is carried out, and the contact hole is formed. The oxide conductor 8, for example, the barrier metal layer of ZnO, is formed on the impurity diffused layer 6 exposed to the insulator layer 4 top, and the contact hole wall of an insulator layer 4 and a contact hole pars basilaris ossis occipitalis. The refractory metal night RAIDO layer 12 is formed on barrier metal layers 8 other than a contact hole. The wiring layer 10 which mainly contains aluminum is formed on the barrier metal layer 8 on the refractory metal night RAIDO layer 12 and in a contact hole.

[0015] The semiconductor device by this example raises the resistance of the stress migration and

electromigration which are not perfect only by ZnO of the lower layer barrier metal layer 8 by forming refractory metal night RAIDO 12 in the lower layer of the wiring layer 10 which mainly contains aluminum. However, he is trying only for the barrier metal layer 8 of ZnO to exist in the wiring layer 10 lower part so that the inside of a contact hole may not be made to form into high resistance.

[0016] Next, the manufacture approach of the semiconductor device by the 2nd example of this invention is explained. First, the insulator layer 4 of silicon oxide is formed on a silicon substrate 2, opening of the insulator layer 4 is carried out, and a contact hole is formed. The oxide conductor 8, for example, the barrier metal layer of ZnO, is formed on the impurity diffused layer 6 exposed to the insulator layer 4 top, and the contact hole wall of an insulator layer 4 and a contact hole pars basilaris ossis occipitalis.

[0017] Next, as a contact hole is embedded, a resist is applied to the whole surface, ashing of the resist is carried out, and it is made for a resist to remain only in a contact hole. A refractory metal night RAIDO layer is formed in the whole surface by using this resist as a mask. Next, the resist in a contact hole is removed and lift off of the refractory metal night RAIDO layer on a contact hole is carried out. In this way, the refractory metal night RAIDO layer 12 is formed on barrier metal layers 8 other than a contact hole.

[0018] Next, the wiring layer 10 which uses a spatter on the barrier metal layer 8 on the refractory metal night RAIDO layer 12 and in a contact hole, and mainly contains aluminum is formed. Thus, according to the manufacture approach of the semiconductor device by this example, since nitrogen is not contained in the barrier metal layer 8 like the 1st example, the wiring layer 10 which mainly contains aluminum formed on the barrier metal layer 8 cannot be influenced by nitrogen, but the wiring layer 10 grain size grew up to be greatly can be obtained. Furthermore, the resistance of the stress migration and electromigration which are not perfect can be raised more only by ZnO of the lower layer barrier metal layer 8 by forming refractory metal night RAIDO 12 in the lower layer of the wiring layer 10 which mainly contains aluminum.

→ [0019] Not only the above-mentioned example but various deformation is possible for this invention. for example, SnO₂ which are although ZnO was chosen and used for the oxide conductor of a barrier metal layer from conductivity, the ease of formation, etc. in the above-mentioned example, other ingredients, for example, conductive ceramics, or ZnO-Bi₂O₃ etc. -- you may use. Moreover, in the above-mentioned example, although Si oxide film was used as an insulator layer 4, other insulator layers, such as SiN, may be used.

→ [0020] Furthermore, in the above-mentioned example, although the refractory metal night RAIDO layer 12 was formed in order to raise migration resistance, other things, for example, refractory metal, titanium tungstens, or refractory metal silicide etc. is sufficient as the quality of the material of this layer.

[0021]

[Effect of the Invention] According to this invention the above passage, since an oxide conductor is used for a barrier metal layer, it can be made easy to grow up the grain size of aluminum of a wiring layer, and the electromigration resistance of aluminum can be raised.

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.